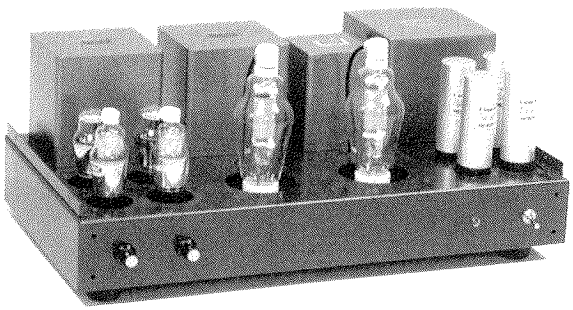
全段直結カソードフォロワー駆動で送信管の実力を引き出す

8005 A_2級シングルパワーアンプ

征矢 進 SOYA Susumu



8005は外形寸法が300B程度ながら211や845と同規模のフィラメント定格を持つ直熱3極送信管．増幅率は211よりも大きく，プレート特性のカーブが寝ているため，シングルで高出力を得る方法として本機ではカソードフォロワー直結のA_2級ドライブを採用した．初段は5極管6J7G，ドライブ段は5極管6G6Gの3結極管接続とし，初段とドライブ段も直結とした．最大出力は約28W，歪率は出力段のK-NFBのみで1W出力時0.3%，DFは3.1となった．送信管の爽やかでヌケのよい高域が楽しめる．

はじめに

最近，オーディオ用真空管の，いわゆるビンテージと呼ばれているものは，世界的な在庫の減少によるものか，希少価値のためか，特に価格が上昇してきたようです．

我々真空管アンプを自作する者にとって，真空管の価格高騰は出費がかさみ，いささかつらい面はありますが，裏を返せばオーディオにおける真空管アンプの良さが認められ，その愛用者や自作者が増加した証ですので，むしろ喜ぶべきことかもしれません．

幸いなことに不足する真空管に関しては，その穴埋めをするためでしょうか，中国やロシア製が，大量にまた安価に供給されるようになってきました．したがってメーカーさえ指定しなければ，同一品種のオーディオ用真空管の多くが入手可能となり，まずは一安心といったところです．

しかしながら，私個人としては技術誌に頻繁に登場するポピュラーなオーディオ管ではなく，あまり使用例のないテレビ球や，送信管を駆使したアンプ作りに興味をそそられます．今やテレビや通信機器は半導体に代わってしまいましたので，それらの真空管は本来の目的での用途はないといえます．生まれがオーディオ管ではないということで，不遇の境地を味わっているこれらの真空管をオーディオアンプに使用して，素晴らしい音質のアンプができれば意義のあることではないでしょうか．

今回は送信管を使用したシングルアンプをご紹介します．扱う電圧が高いので危険が伴います．そこで，本機はベテラン向けのアンプだとお考えください．初心者の方は参考程度にとどめていただくか，いつかはトライしてみようとお考えいただければ幸いです．

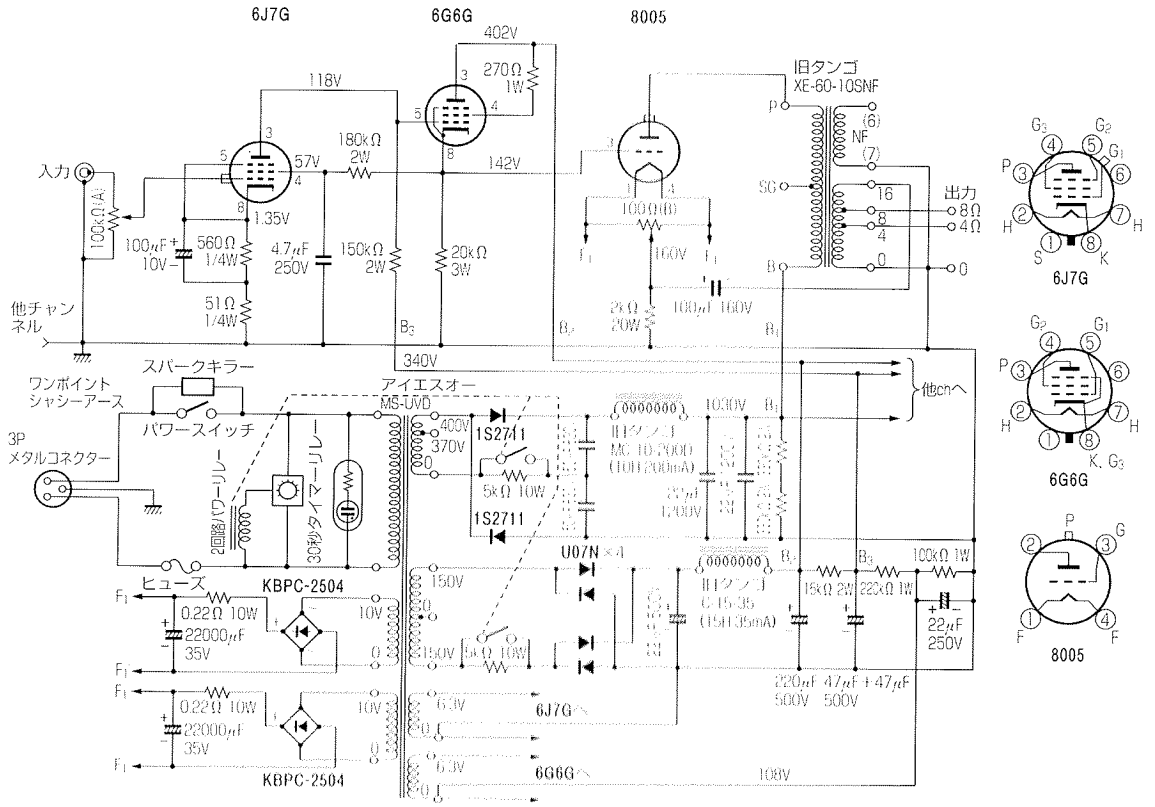
出力管8005と動作設定

(1) 8005のプロフィール

本機に使用した直熱3極送信管8005はフランスSFR製で，ジルコニウムが塗布されたグレーの楕円プレートとなっています．残念ながら，RCA製の現物の手持ちがありませんので写真でしかわかりませんが，RCAと比較すればやや小振りのプレートです．ただ厚めのクリスタルガラスを使用しているせいか，手に持つとずっしりとした感覚は，業務用の真空管としての風格があり頼もしく思えます．

CCS規格での最大プレート損失は75Wで，そのときプレートはチェリーレッド色を呈するとあります．RCAの送信管マニュアルでは，プレートの色の変化が記入されていて，動作状態を外観から判断する基準となっています．ちなみに受信管ではプレートを赤くすれば，すぐに真空管がボケて使用できなくなります．

8005のフィラメント定格は10V／3.25Aとなっていますので，大型管の211や845と同じ32.5Wの電力を消費します．外観は300B並の大きさでトッププレートを持



[図2] 全回路

[表1] 使用真空管の規格

型番		8005	6G6G	6J7G
用途		3極送信管	電力増幅5極管	シャープカットオフ5極管
E_f〔V〕×I_f〔A〕		10×3.25	6.3×0.15	6.3×0.3
最大定格	E_p〔V〕	1250(CCS) 1500(ICAS)	300	300
	E_{g2}〔V〕	—	300	125
	P_p〔W〕	75(CCS), 85(ICAS)	2.75	2.5
	P_{g2}〔W〕	—	0.75	0.7
	I_k〔mA〕	200	—	—
	μ	20	—	—
	E_{hk}〔V〕	—	90	±90
その他		最大グリッド電流 $I_{g\,max}$=45mA		6SJ7, 6J7(GT) EF37代替可 (ピン接続に注意)

イブ管として使用してみたいと思っています．音質はクセが感じられませんし，価格も現時点では割安ですので，興味のある方はトランスドライブ用などに利用されるとよいかもしれません．

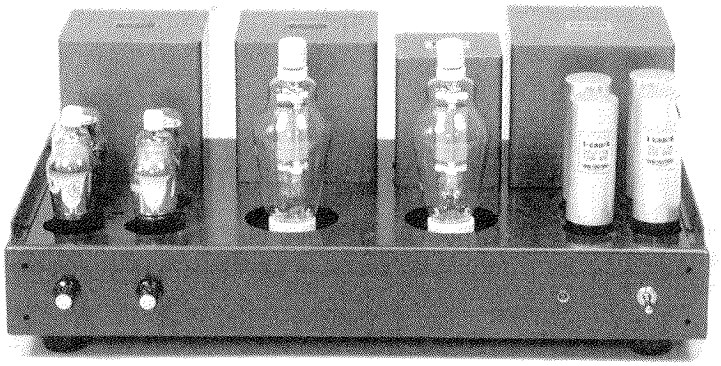
(3) 出力段

出力管の詳細については前述のとおりです．全くの無帰還ですと，ダンピングファクターが低くなるとともに，音質的には低域の締まりが不足するように感じられました．そこでオーバーオール負帰還をかけ，10dB，6 dB，3 dBと3段階に変化させて試聴しましたが，いずれも躍動感のある音質ではなく，何か平面的な音質となってしまいました．最終的には特性より音質を優先させ，カソード負帰還のみで完成としました．

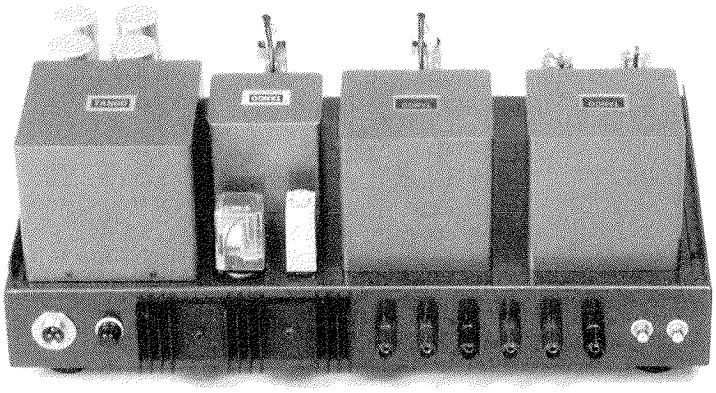
(4) 電源部

B_1電源はAC400V巻線からダイオードの倍圧整流でDC1000Vを得ます．B_2電源はAC300V巻線をブリッジ整流してDC400Vを得ました．ただし出力管が直熱管ですし，プレート電圧が1000Vと高いので，タイマーリレーを使用した遅延印加を行い，徐々に電圧を上げることで，出力管および他のパーツの長期安定動作に配慮しました．

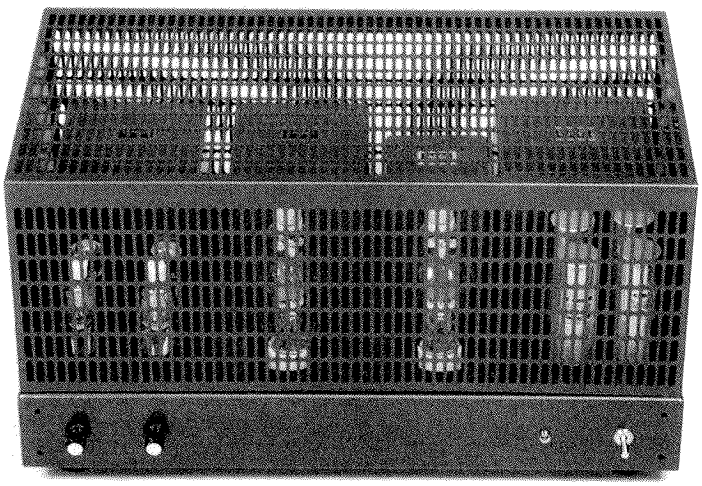
次に，今までの経験から出力管のフィラメント電圧が10Vですと，AC点火では残留ハムノイズを10 mV以下にするのは困難でしたので，最初からDC点火としました．ブリッジダイオードは，扱う電力



［写真１］ ハンマートーン仕上げの特注シャシーを使用．鈴蘭堂のシャシーSL-990を元に設計し，保護ボンネットを追加した



［写真２］ スピーカー出力端子はトランスの4−8−16タップから４と８を引き出した．放熱器は8005フィラメント電源整流用ブリッジダイオードと共締めしてある



［写真３］ 出力管のプレート電圧は約1000Vであり，また高温となるので，保護ボンネットが必要

製作のポイント

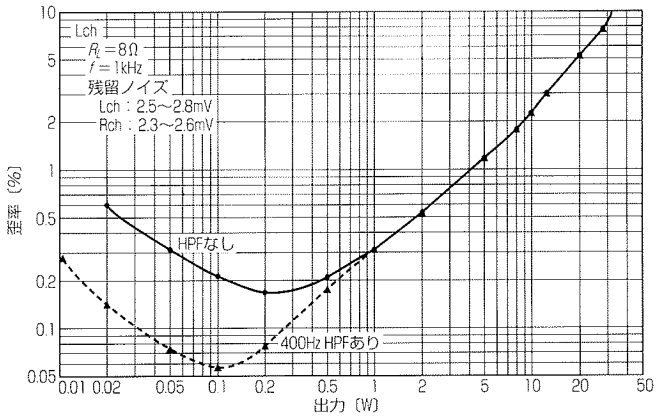
本機の外観を写真１～３に示します．大型送信管の8005をより強調できるような部品配置でシャシーを設計しましたが，思惑は的中したようで，見た目にも満足できる外観となりました．

シャシーを自作される方は，本機を参考にして部品配置を決めてください．その際の要点ですが，真空管とコンデンサーはできる限り離してください．8005はかなり大量の熱を発生させますので，ぜひ落とし込み構造にして対流による真空管のクーリングに努めてください．また，シャシー内部に発生する熱もありますので，シャシーの要所には放熱孔をあけてください．

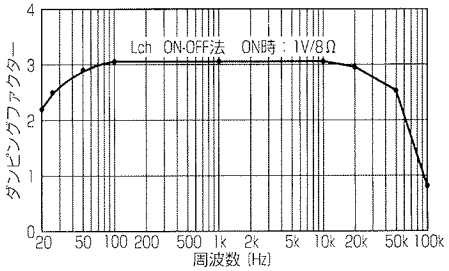
写真４はシャシー内部の全体です．全段直結２段増幅のシングルアンプですから，使用パーツの数は少なくなりますが，容量の大きなパーツを多用しますので，意外と広いスペースが必要になります．これは写真からおわかりいただけると思います．追試される方はその点を考慮して，少し大きめのシャシーを使用してください．

写真５はアンプ部です．今回は8005のベースがタイト製でしたので，ラグ端子板をアルミアングルとタイト製のスタンドオフ端子で自作し，必要な部品すべてをここに取り付けました．ベテランの方から見れば，心配になるくらいパーツの数が少なくなっていますが，これは全段直結方式の特徴でもあります．

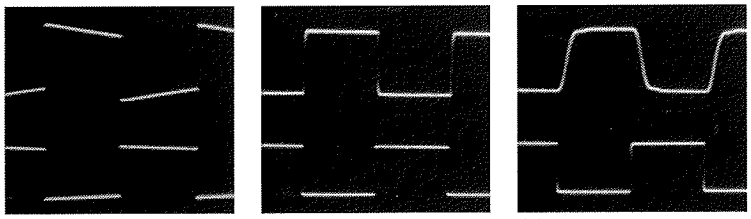
電源部を写真６に示します．前述の自作の端子板に全ダイオードを取り付けました．またアルミアングルを使用して，チョークコイルとB電圧ディレイ用のホウロウ



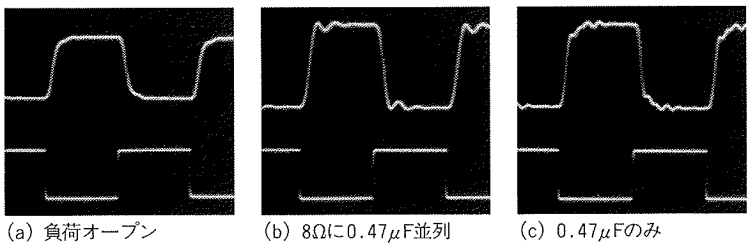
[図5] 歪率特性



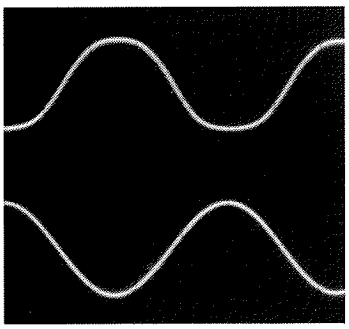
[図6] ダンピングファクター特性



[写真8] 方形波応答(Lch, 出力1V/負荷8Ω. 上：出力, 下：入力)



[写真9] 負荷条件による10kHz方形波応答(Lch. 上：出力, 下：入力)



[写真10] 1kHz正弦波出力28W時の波形(Lch, 上：出力, 下：入力). 波形が丸まりながら出力が増えていき, クリップ・カットオフ点は明確ではない

性です. 100Hz～10kHzまでは3.1程度で, それより低域および高域に向かうにつれて低下する特性です.

(5) 波形観測

写真8は各周波数における方形波再生波形です. 波形に大きな乱れもありませんので, **図4**に示した周波数特性そのもので, 素直な波形と思います.

写真9は負荷条件を変えた10kHz方形波再生波形です. (a)は負荷オープン時, (b)は8Ωに容量0.47μFを並列接続, (c)は負荷を0.47μFのみとした場合です. いずれもすこぶる安定しています. これは全段直結方式であることと, 出力トランスが優秀なことによると思います.

写真10は28W/8Ω時の1kHz正弦波再生波形です. 波形はゆるやかに変化していきますので, クリップ, カットオフ点は明確には判別できません.

試聴結果

トリタンフィラメントを持つ送信管の音質は, 爽やかで抜けるような高域が共通の特徴だと思います. 8005も同じような傾向でした. 私のリファレンスとして使用している811AシングルDDCアンプとの違いを感じた点は, 重心が少し下がって聴こえたことです. しかしその違いはわずかで, 好みの範囲ではないかと思いました.